

光ファイバーを用いた金属材料の腐食状況把握に関する基礎的研究

神戸大学大学院 学生会員 ○田宮 周
 神戸大学 正会員 芥川 真一

1.はじめに 原子力発電により排出される高レベル放射性廃棄物は半減期が数千年から数万年というオーダーであり,処分に膨大な時間を要する. また,放射性廃棄物の処分方法として想定されている地層処分において,放射性廃棄物が定置される処分坑は300m以深の地下に建設され,処分坑はベントナイトを主とする埋め戻し材を充填し封鎖される¹⁾ため地層処分モニタリングにあたって用いられるセンサー類は交換が困難であるため,高い耐久性,信頼性が要求される. そこで光ファイバーの先端での光の強度,色の変化をフォトセンサーで計測し,PC等にアウトプットする光ファイバーを用いたモニタリング²⁾³⁾を適用する(図-1). 光ファイバー先端に様々な加工を施すことで様々な対象をモニタリングすることが可能となる. 光ファイバーは主に石英ガラスから構成され,高い耐熱性,耐食性を持った素材であり,光ファイバー自体を地下トンネルから地上まで伸ばすことにより寿命の短い機械的なセンサー部分を交換可能な状況下に置くことができる. 以上から光ファイバーを用いたモニタリングは地層処分に適した手法であるといえる.

2.研究対象について 地層処分モニタリングにおいて図-2に示すモニタリング項目が考えられる. 本研究では高レベル放射性廃棄物を覆うオーバーパックやトンネルの支持に使われる金属材料(鉄鋼)の腐食状況に注目してモニタリング手法の開発を行った.

3.モニタリングの概要 金属材料の腐食状況のモニタリングを行う手法として

①図-3に示す様にモニタリング対象に等間隔で規則的に直接ファイバーを挿入し,腐食が観測孔まで達すると外部の光源からの光をファイバーが受け取ることによって腐食が到達した深さを測る直接モニタリング

②モニタリング対象と同じ条件下においた別の金属片をモニタリングすることにより,モニタリング対象の腐食状況を推定する間接モニタリング(図-4)

の二種類について検討した. 間接モニタリングにおいては,板厚の異なる金属片を複数用意し,腐食が確認できた金属片の板厚から対象に発生している腐食深さを推定する.

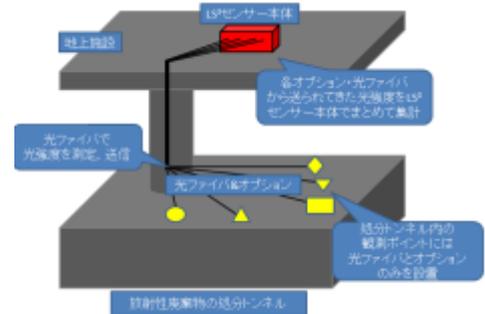


図-1 LS³を用いた地層処分モニタリングの概要

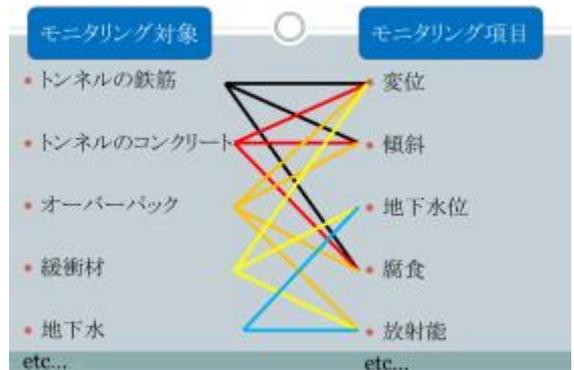


図-2 地層処分モニタリング項目

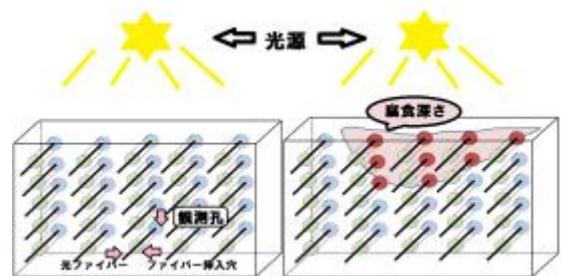


図-3 ①直接モニタリング概要

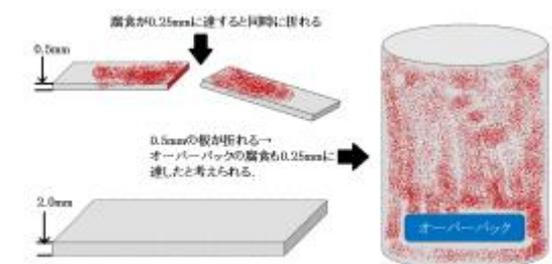


図-4 ②間接モニタリング概要

キーワード 地層処分 光ファイバー LS³ モニタリング 金属腐食

連絡先 〒657-0805 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学工学部 市民工学科 芥川研究室 TEL078-803-6350

4.実験概要 3項で述べた①直接モニタリング, ②間接モニタリングの有用性を確認するために2つの実験を行った. 鉄鋼の腐食には膨大な時間を要するため, アルミ材と酸性の溶液を用いて腐食の再現実験を行った. アルミ板の板厚は 0.3mm, 溶液の pH は 2 程度である. また, 本実験に用いたファイバーはプラスチック製のものを用いた.

実験①では図-5 に示す様に板が腐食しきった時, 外部の光がファイバーに届くことを確認する. これにより直接モニタリングにおいて腐食が進行した際にファイバーが光を受け取るかを確認する.

実験②では図-6 に示す様に金属片が腐食したことを鏡と2本のファイバーにより確認する. 板が腐食し, 折れることにより鏡からの反射光が途絶えることを確認する.

5.実験結果 両実験において装置を3セット用意し, 同じ光源に繋いで同時に測定を開始した. 各実験についてファイバーが受信する R,G,B 各原色の光強度とその自乗平均平方根である強度を測定した. 経過時間と各チャンネルの強度の関係を図-7, 図-8 に示す. 実験①についてはチャンネル1のファイバー先端に腐食生成物が付着したため, 光を受信できないという事態に陥り, 腐食生成物からのファイバーの保護という課題が生まれた. 実験②においては経過時間 8000 秒前後にてアルミ板が腐食し, 強度が大きく変わるという結果が得られた. 腐食後, 反射光が途絶えて強度が 0 になると予想していたが腐食に伴いファイバーの固定が外れ, 実験容器底面にファイバーが接触していたため受光強度が上昇している.

6.まとめ 両実験において腐食に伴い大きな強度の変化を確認できたため, 今後は同様の実験を地層処分により近い状況で鉄鋼を用いて行い, この手法の有用性を確認する必要がある. また, 今回モニタリングした腐食深さ以外の項目についても検討する必要がある.

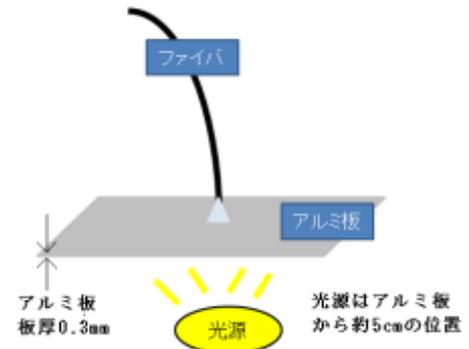


図-5 実験①概要

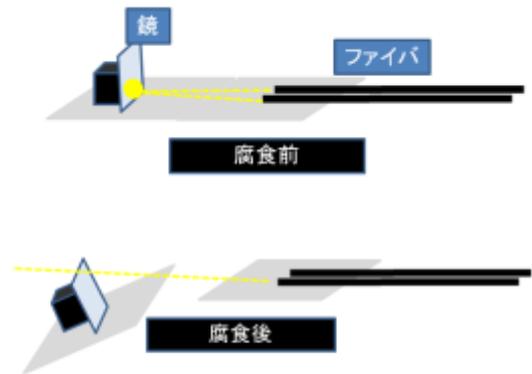


図-6 実験②概要

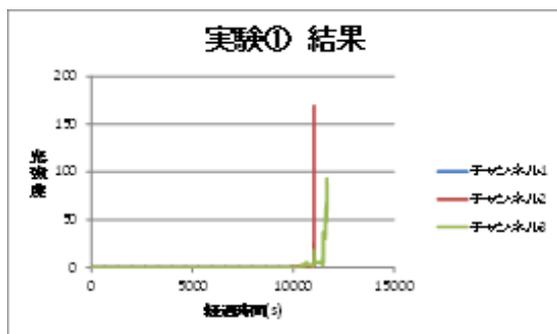


図-7 実験① 結果

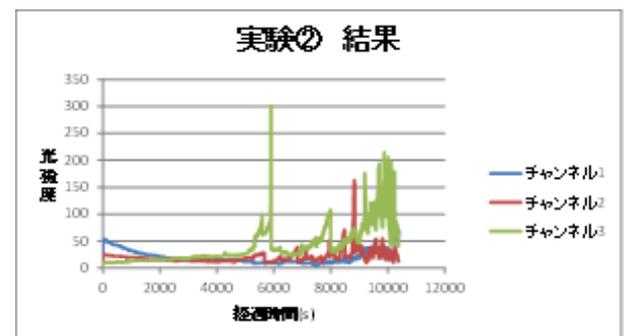


図-8 実験② 結果

6.参考文献

- 1) NUMO ホームページ <http://www.numo.or.jp/>
- 2) 特許第 5607185 号「自然および人工構造物変状検知装置」
- 3) Akutagawa, S., Nishio, A., Matsumoto, Y., Takahashi, A. & Machijima, Y. [2014] “A new method for reading local deformation of granular material by using light,” Proc. 48th US Rock Mechanics/Geomechanics Symposium, ARMA 2014-7723.